

明 細 書

金属イオン溶出ユニット及びこれを備えた機器

技術分野

- [0001] 本発明は、抗菌性のある金属イオンを水中に溶出する金属イオン溶出ユニット及び当該金属イオン溶出ユニットによって溶出された金属イオンを含有している水を用いる機器に関するものである。

背景技術

- [0002] 近年、女性就労率の向上や核家族化などにより、日中は家に誰もいないという家庭が増え、このような家庭では室内干しをする機会が多くなっている。また日中誰かが在宅している家庭にあっても、雨天の場合は、室内干しをすることになる。このような室内干しの場合、天日干しに比べ洗濯物に細菌やカビが繁殖しやすくなる。梅雨時のような高湿時や低温時など、洗濯物の乾燥に時間がかかる場合にこの傾向は顕著である。繁殖状況によっては洗濯物が異臭を放つときもある。このため、日常的に室内干しを余儀なくされる家庭では、細菌やカビの繁殖を抑制するため、布類に抗菌処理を施したいという要請が強くなっている。
- [0003] このため最近では繊維に抗菌防臭加工や制菌加工を施した衣類も多くなっている。しかしながら家庭内の繊維製品をすべて抗菌防臭加工済みのもので揃えるのは困難である。また抗菌防臭加工の効果は洗濯を重ねるにつれ落ちて行く。
- [0004] そこで、洗濯の都度洗濯物を抗菌処理する技術が提案されている。例えば特許文献1には殺菌力を有する金属イオンを発生するイオン発生機器を装備した電気洗濯機が記載されている。また、特許文献2には洗浄水に銀イオンを添加する銀イオン添加ユニットを具備した洗濯機が記載されている。
- [0005] 抗菌性のある金属イオンとして、銀イオン、銅イオンなどが知られている。特に、銀イオンに殺菌作用があることは昔から良く知られている。このような抗菌性のある金属イオンは、塩素よりも安定であり、殺菌効果が持続し、有害物質を生成しないという特徴を有する。
- [0006] 通常、金属イオンの溶出は、電極方式金属イオン溶出ユニットを用いて行われる。

電極方式金属イオン溶出ユニットでは、電極間に電圧を印加することで、電極間に電流が流れ、クーロンの法則に従って金属イオンが陽極である電極から溶出する。通常、溶出する金属イオン濃度は、電極間を流れる水の水量と電極に流れる電流とによって制御される。

- [0007] また、電極方式金属イオン溶出ユニットでは、一般的に炭酸カルシウムなどが陰極である電極に付着するいわゆるスケール付着の問題が起こるために、電極間に印加される電圧の極性を周期的に反転させて、陽極と陰極が周期的に切り替わるようにしてスケールの付着を防止するのが一般的である。

特許文献1:実開平5-74487号公報

特許文献2:特開2001-276484号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0008] 電極方式金属イオン溶出ユニットにおいて、溶出する金属イオンを例えば銀イオンにする場合、陽極である電極を銀電極或いは銀を含有する電極とし、これを陰極となる電極とともに水中に入れて電極間に電圧を印加すると、陽極である電極において、 $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$ の反応が起こり、水中に銀イオン(Ag^+)が溶出する。銀イオン(Ag^+)が溶出しつづければ陽極である電極は減耗していく。

- [0009] 他方陰極である電極では、電極の材質に関わらず $\text{H}^+ + \text{e}^- \rightarrow 1/2\text{H}_2$ の反応が生じ、水素が発生するとともに、水の溶存成分から構成されるスケール(炭酸カルシウムや炭酸マグネシウムなど)が電極表面に析出する。また、陽極である電極の成分金属の塩化物や硫化物も陰極である電極の表面に析出する。従って、電極方式金属イオン溶出ユニットの使用が長期にわたると、スケールや金属塩化物、金属硫化物が陰極である電極の表面に厚く堆積し、金属イオンの溶出を妨げる。このため、金属イオンの溶出量が不安定になったり、電極の減耗が不均一になったりする。

- [0010] また、陰極である電極にスケールが付着しなくても、水質により金属イオンの溶出効率が低下する場合もある。例えば水の硬度が高い場合、水の導電率が高い場合、水の塩化物イオン濃度が高い場合などは、陰極である電極の表面にスケールが析出していなくても、金属イオンの溶出量が低下し、金属イオン濃度が下がるといった問題

点があった。

[0011] このようにスケールの付着だけでなく、水質によっても、金属イオンの溶出効率は低下する。スケールの付着については、上述したように電極間に印加される電圧の極性を周期的に反転させて、陽極と陰極が周期的に切り替わるようにすることで、ある程度防ぐことができるが、実際の環境では、このスケール付着と水質による金属イオンの溶出効率の低下が複雑に絡み、さらにお互いの相乗効果もあり、スケールの付着を十分に防止できなかつたりして金属イオンの溶出効率がさらに低下するといった問題点があった。

[0012] 一般的に電極に流れる電流の値を上げれば、スケールの付着防止及び金属イオンの溶出効率の改善を行うことができるが、電極の減耗が激しくなり電極寿命が短くなるという問題や金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎるという問題があった。金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎると、電極方式金属イオン溶出ユニットを搭載した洗濯機で洗濯された衣類に変色が生じるなどの問題があった。

[0013] 本発明は、上記の問題点に鑑み、金属イオンの溶出を長期間にわたり効率良く安定して行うことができる金属イオン溶出ユニット及びこれを備えた機器を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] 上記目的を達成するために本発明に係る金属イオン溶出ユニットは、複数の電極と、前記電極間に電圧を印加する駆動回路とを備え、前記電極間に電圧を印加することにより陽極である電極から金属イオンを溶出させる金属イオン溶出ユニットであって、前記電極間に印加される電圧の極性が周期的に反転するとともに、前記電極間に印加される電圧の極性が反転してから所定の期間が経過する迄の間前記電極に流れる電流の電流値が第1の電流値である第1の電流モードとなり、その後前記電極に流れる電流の電流値が第1の電流値と異なる第2の電流値である第2の電流モードになるように前記駆動回路を制御する制御回路を備える構成とする。

[0015] このような構成によると、第1の電流値をスケール付着の防止に最適な電流値に設定し、第2の電流値を水質に応じて金属イオンの溶出効率が最適になる電流値に設定することによって、電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期時にス

ケールの付着を防止することができるとともに、電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期経過後に電極に流れる電流が高くなり過ぎることを防止することができる。これにより、電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期経過後の金属イオン溶出が安定するとともに、電極寿命が短くなるという問題や金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎるという問題が生じなくなる。したがって、金属イオンの溶出を長期間にわたり効率良く安定して行うことができる。

[0016] また、電極寿命が短くなるという問題や金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎるという問題が生じないようにする観点から、第1の電流値を第2の電流値より大きくすることが望ましい。

[0017] また、電極寿命が短くなるという問題や金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎるという問題が生じないようにする観点から、第1の電流モードの期間を第2の電流モードの期間より短くすることが望ましい。

[0018] また、前記駆動回路が、第1の電流モードの期間において定電圧駆動を行い、第2の電流モードの期間において定電流駆動を行うことが望ましい。前記駆動回路が、第1の電流モードの期間において定電圧駆動を行うことにより、第1の電流モード期間中に水質や電極間の状態に応じた最大電流が流せるようになり、スケール付着防止効果を高めることができる。

[0019] また、前記電極間に印加される電圧の極性が電圧印加休止期間を挟んで周期的に反転することが望ましい。このような構成にすると、電圧印加休止期間中に、電圧印加休止期間の前に陽極であった電極から溶出した金属イオンは当該電極から十分遠くまで離れることができるので、当該電極が電圧印加休止期間の後に陰極になっても、電圧印加休止期間の前に溶出した金属イオンを引き戻すことがない。結果として、金属イオン溶出のために消費した電力を無駄にせずに済むうえ、所期の総量の金属イオンが得られないといった事態を避けることができる。また、本発明に係る金属イオン溶出ユニットを機器に組み込んで使用する場合、電圧印加休止期間を設けることにより、金属イオンの水中での濃度ばらつきが少なくなる。このため、溶出する金属イオンを抗菌性のある金属イオンとした場合、広い範囲にわたり均一な抗菌効果を及ぼすことが容易となる。

- [0020] また、第1の電流モードから電圧印加休止期間を挟んで第2の電流モードに移行することが望ましい。このような構成によると、電極間に印加される電圧の極性切替前に陰極であった電極に析出したスケールなどは、第1の電流モードの期間において、電極間に印加される電圧の極性切替後に陽極である電極から金属イオンが溶出することにより当該電極から剥離する。そして、当該電極から剥離したスケールは電圧印加休止期間中に当該電極に対向する電極から十分遠くまで離れることができるため、剥離したスケールの再付着が生じにくくなる。これにより、電極表面へのスケールなどの堆積が防止され、金属イオンの安定した溶出が可能となる。
- [0021] また、前記電圧印加休止期間に前記電極間を短絡することが望ましい。このような構成によると、電圧印加休止期間における電極間の残留電位差を完全にゼロにすることができるので、電圧印加休止期間におけるスケールの析出を防止することができる。
- [0022] また、前記電極間に介在する水の水質を検出する水質検出部を備え、前記制御回路が第1の電流値及び第2の電流値の少なくとも一つを前記水質検出部によって検出された水質に応じて変化させることが望ましい。このような構成によると、用いる水の水質にかかわらず、常に適切なスケール付着防止を行うこと及び／又は常に適切な金属イオン溶出濃度を確保することが可能になる。
- [0023] また、前記電極間に介在する水の水質を検出する水質検出部を備え、前記制御回路が第2の電流モードの期間に対する第1の電流モードの期間の時間比率と、前記電極間に印加される電圧の極性反転周期とのうち、少なくとも一つを前記水質検出部によって検出された水質に応じて変化させることが望ましい。このような構成によると、回路などの制約で電流値に上限がある場合でも、用いる水の水質にかかわらず、常に適切なスケール付着防止を行うこと及び／又は常に適切な金属イオン溶出濃度を確保することが可能になる。
- [0024] また、前記水質検出部が、水の硬度、水の導電率、及び水の塩化物イオン濃度の少なくとも一つを検出することが望ましい。金属イオン溶出効率は、水の硬度、水の導電率、及び水の塩化物イオン濃度と相関があるので、このような構成によると、用いる水の水質にかかわらず常に適切な金属イオン溶出濃度を確保することが可能にな

る。

[0025] また、前記水質検出部が、前記電極間の電圧及び前記電極に流れる電流の少なくとも一つを検出することによって水質を検出することが望ましい。このような構成によると、水質検出部を比較的簡単かつ低廉な回路で実現することができる。

[0026] また、溶出する金属イオンの一部又は全部が、銀イオン、銅イオン、又は亜鉛イオンのいずれかであることが望ましい。このような構成によると、銀イオン、銅イオン、又は亜鉛イオンの優れた殺菌効果や防カビ効果を利用することができる。

[0027] また、上記の目的を達成するために本発明に係る機器は、上記いずれかの構成の金属イオン溶出ユニットを備える構成とする。本発明に係る機器の一例としては、洗濯機が挙げられる。

発明の効果

[0028] 本発明によると、金属イオンの溶出を長期間にわたり効率良く安定して行うことができる金属イオン溶出ユニット及びこれを備えた機器を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]は、本発明に係る金属イオン溶出ユニットが具備するイオン溶出部の水平断面図である。

[図2]は、本発明に係る金属イオン溶出ユニットが具備する電極の斜視図である。

[図3]は、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの電氣的構成を示す図である。

[図4]は、第1実施形態における各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図5]は、第2実施形態における各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図6]は、第3実施形態における各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図7]は、第4実施形態における各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図8]は、溶出効率と水の硬度との関係を示す図である。

[図9]は、溶出効率と水の導電率との関係を示す図である。

[図10]は、溶出効率と水の塩化物イオン濃度との関係を示す図である。

[図11A]、

[図11B]及び

[図11C]は、水質に応じて電流値を変化させる場合の電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図12A]及び

[図12B]は、水質に応じて第1の電流モードと第1の電流モードの時間比率を変化させる場合の電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図13A]及び

[図13B]は、水質に応じて極性反転周期と時間比率の両方を変化させる場合の電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[図14]は、本発明に係る洗濯機の縦断面図である。

符号の説明

- [0030]
- 1 商用電源
 - 2 絶縁トランス
 - 3 全波整流回路
 - 4 定電圧回路
 - 5 定電流回路
 - 6 主制御部
 - 7 電流値設定回路
 - 8 電圧値設定回路
 - 9 電圧検出回路
 - 10 電流検出回路
 - 100 イオン溶出部
 - 101 ケース
 - 102、103 電極
 - 104 流入口
 - 105 流出口

106、107 電極保持材

108、109 接続端子

C1 平滑コンデンサ

Q1～Q4 NPN型トランジスタ

R1、R2 抵抗

発明を実施するための最良の形態

- [0031] 本発明の実施形態について図面を参照して以下に説明する。まず、本発明に係る金属イオン溶出ユニットが具備するイオン溶出部の構造について説明する。イオン溶出部の水平断面図を図1に示し、電極の斜視図を図2に示す。
- [0032] イオン溶出部100はケース101を有する。ケース101は、長手方向の一方の端に水の流入口104、他方の端に水の流出口105を備える。
- [0033] また、イオン溶出部100は、ケース101の中に2枚の電極102、103を有する。ケース101内部には、流入口104から流出口105へと向かう水流に沿う形で、2枚の板状電極102、103が向かい合わせに配置されている。
- [0034] ケース101の中に水が存在する状態で電極102、103間に所定の電圧を印加すると、陽極である電極から電極構成金属の金属イオンが溶出する。電極102、103は、一例として大きさ20mm×50mm、厚さ1mm程度の銀プレートとし、電極保持材106、107によって約5mmの距離を隔てて配置する構成とすることができる。また、電極102と接続端子108、及び電極103と接続端子109はそれぞれ同一の金属素材であって一体成形される。
- [0035] 通水中の電流値を29mAにする定電流制御を行いながら電極102、103間に電圧を印加すると、20L／分の通水量で銀イオン濃度が約90ppbの銀イオン含有水を生成することができる。これは、水道圧ほどの水圧で水が通水されても十分に抗菌性を発揮できる濃度の銀イオン含有水を生成することができることを意味している。
- [0036] なお電極102、103の材料は銀に限らない。抗菌性を有する金属イオンのものになる金属であればよい。銀の他、銅、銀と銅の合金、亜鉛などが選択可能である。銀電極から溶出する銀イオン、銅電極から溶出する銅イオン、及び亜鉛電極から溶出する亜鉛イオンは優れた殺菌効果や防カビ効果を発揮する。銀と銅の合金からは銀イ

オンと銅イオンを同時に溶出させることができる。

- [0037] イオン溶出部100では、電極102、103間への電圧の印加の有無で金属イオンの溶出／非溶出を選択できる。また電極に流れる電流や電圧印加時間を制御することにより金属イオンの溶出量を制御できる。一般的な抗菌材に用いられているゼオライトなどの金属イオン担持体から金属イオンを溶出させる除放方式と比較した場合、金属イオンを投入するかどうかの選択や金属イオンの濃度の調節をすべて電氣的に行えるので使い勝手がよい。
- [0038] 次に、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの電氣的構成について説明する。本発明に係る金属イオン溶出ユニットの電氣的構成を図3に示す。
- [0039] 絶縁トランス2は、1次側である商用電源1から出力される100Vの交流電圧を所定の交流電圧に降圧して2次側に出力するとともに、安全のため1次側と2次側とを絶縁する。絶縁トランス2の出力電圧は、全波整流回路3によって整流され、平滑コンデンサC1によって平滑化された後、定電圧回路4によって定電圧にされる。
- [0040] 定電圧回路4から出力される定電圧は、抵抗R1を介して定電流回路5に供給される。定電流回路5は、電極102、103間の抵抗値変化にかかわらず所定の電流を出力するように動作する。
- [0041] 定電流回路5の出力側に、NPN型トランジスタQ1のコレクタ及びNPN型トランジスタQ2のコレクタが接続される。また、NPN型トランジスタQ1のエミッタとNPN型トランジスタQ3のコレクタとが共通接続され電極102に接続され、NPN型トランジスタQ2のエミッタとNPN型トランジスタQ4のコレクタとが共通接続され電極103に接続される。また、NPN型トランジスタQ3のエミッタとNPN型トランジスタQ4のエミッタとが共通接続され抵抗R2を介して接地される。そして、マイクロコンピュータなどで構成される主制御部6から出力される制御信号S1～S4がそれぞれNPN型トランジスタQ1～Q4のベースに入力される。
- [0042] 制御信号S1及びS4がHighレベルの信号であり、制御信号S2及びS3がLowレベルの信号である場合、NPN型トランジスタQ1及びQ4がONになり、NPN型トランジスタQ2及びQ3がOFFになる。この状態では、電極102に正の電圧が印加され、電極103には負の電圧が印加されることになる。この結果、電極102が陽極となり、電

極103が陰極となり、陽極である電極102から陰極である電極103に向かって電流が流れる。これによって金属イオン溶出ユニットからは、陽イオンの抗菌性の金属イオンと陰イオンとが発生する。

[0043] 他方、制御信号S1及びS4がLowレベルの信号であり、制御信号S2及びS3がHighレベルの信号である場合、NPN型トランジスタQ1及びQ4がOFFになり、NPN型トランジスタQ2及びQ3がONになる。この状態では、電極102に負の電圧が印加され、電極103には正の電圧が印加されることになる。この結果、電極103が陽極となり、電極102が陰極となり、陽極である電極103から陰極である電極102に向かって電流が流れる。これによって金属イオン溶出ユニットからは、陽イオンの抗菌性の金属イオンと陰イオンとが発生する。

[0044] 電圧検出回路9は、定電流回路5の出力電圧を検出し、その検出結果を主制御部6に出力する。電流検出回路10は、抵抗R2に流れる電流を検出し、その検出結果を主制御部6に出力する。電圧値設定回路8は、主制御部6からの指示に応じて定電圧回路4の出力電圧値を設定する。電流値設定回路7は、主制御部6からの指示に応じて定電流回路5の出力電流値を設定する。

[0045] 以下、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの動作について説明する。まず、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの第1実施形態に係る動作について図3及び図4を参照して説明する。図4は本発明に係る金属イオン溶出ユニットが第1実施形態に係る動作を行う際の各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。

[0046] 主制御部6は、カウンタ(図示せず)を内蔵しており、当該カウンタのカウント数に基づいてモード切替信号S5を内部で生成する。モード切替信号S5は、Highレベル期間とLowレベル期間とが周期的に切り替わる信号である。また、モード切替信号S5のHighレベル期間とLowレベル期間とは互いに異なる値に設定されている。

[0047] 主制御部6は、モード切替信号S5に基づいて制御信号S1～S4を生成し、制御信号S1～S4それぞれをNPN型トランジスタQ1～Q4に出力する。制御信号S1、S4と制御信号S2、S3とは、相補的にHighレベルとLowレベルが切り替わる。そして、モード切替信号S5の立ち上がり反転時に、制御信号S1～S4はそれぞれ反転する。これにより、区間T1、T3、T5においては、電極102が陽極、電極103が陰極となり、

陽極である電極102から陰極である電極103に向かって電流が流れ、区間T2、T4においては、電極103が陽極、電極102が陰極となり、陽極である電極103から陰極である電極102に向かって電流が流れる。このように、電極間に印加される電圧の極性が周期的に反転するので、スケール付着の防止が可能となる。

[0048] また、主制御部6は、モード切替信号S5がHighレベルである場合は、モード切替信号S5がLowレベルである場合に比べて定電流回路5が出力する電流の値が大きくなるように、電流値設定回路7を制御する。モード切替信号S5がHighレベルである場合は、電極に流れる電流 I_o が予め設定された第1の電流値になるように主制御部6が電流設定値回路7を制御し、モード切替信号S5がLowレベルである場合は、電極に流れる電流 I_o が第1の電流値よりも大きい予め設定された第2の電流値になるように主制御部6が電流設定値回路7を制御する。これにより、モード切替信号S5がHighレベルである場合は、モード切替信号S5がLowレベルである場合に比べて電極に流れる電流 I_o の値が大きくなる。

[0049] 電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期時に電極に流れる電流を大きくすることで、スケール付着防止効果を高めることができる。また、電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期時にスケールの付着が防止されるので、電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期経過後の金属イオン溶出が安定する。電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期時に電極に流れる電流を高くすることによってスケール付着防止効果を高めることができる作用として、電極間に印加される電圧の極性反転後に陽極となった電極において、スケール付着面の銀などの金属電極が溶け出すことでスケールと電極との結合力が低下することと、スケールと電極表面の電氣的反発とが考えられる。

[0050] なお、電極に流れる電流を高くすると、電極寿命が短くなるという問題や金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎるという問題が生じるため、本発明に係る金属イオン溶出ユニットでは、電極間に印加される電圧の極性反転後の電圧印加初期時のみ電極に大電流が流れるようにしている。このため、区間T1～T5それぞれにおいて、第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)を、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)よりも大きくしている。ま

た、電極寿命が短くなるという問題や金属イオン溶出濃度が高くなり過ぎるという問題が生じないように、第1の電流モードm1の期間を第2の電流モードm2の期間よりも短くすることが望ましい。

[0051] 上述した実施形態では、区間T1～T5それぞれにおいて、第1の電流モードm1の期間、第2の電流モードm2の期間ともに定電流駆動であったが、区間T1～T5それぞれにおいて、第1の電流モードm1の期間中は定電圧駆動とし、第2の電流モードm2の期間中は定電流駆動としてもよい。定電圧駆動の場合、電圧検出回路9によって検出される電圧が一定になるように、主制御部6が電流値設定回路7及び電圧値設定回路8を制御する。第1の電流モードm1の期間中は定電圧駆動とすることで、第1の電流モードm1の期間中に水質や電極間の状態に応じた最大電流が流せるようになり、さらにスケール付着防止効果が高まる。なお、上述した実施形態では、区間T1～T5それぞれにおいて、第1の電流モードm1の期間、第2の電流モードm2の期間ともに定電流駆動であるので、電圧値設定回路8を設けなくても構わない。

[0052] 定電圧駆動とは、電極間の抵抗値変化にかかわらず一定の電圧値を保つように制御することであるが、電源電圧の変動や、温度による回路部品の抵抗の変化などで電極間の電圧値は変動し、完全に一定にすることは困難である。また、電極間の抵抗値が著しく低い場合などで、許容範囲以上の電流が流れる恐れがある場合に電圧を下げる必要がある場合もある。ここでは、そういうことがあっても、電極間の抵抗値の変化にかかわらず、電圧を変化させず、電極間に概ね一定の電圧を印加するように制御することを定電圧駆動と定義する。定電流制御とは、電極間の抵抗値変化にかかわらず一定の電流値を保つように制御することであるが、電極表面での気泡の発生や、電極の振動による電極間距離の変化などで電極間の抵抗値は常に変化するため、完全に一定にすることは困難で、多少の電流変動は発生する。また、抵抗値が著しく高いなどで、回路の許容範囲の電圧では一定の電流が流せず、電流が低下することもある。ここでは、そういうことがあっても、電極間の抵抗値の変化に対応して、電圧を変化させ、概ね抵抗値が上がれば電圧を上げ、抵抗値が下がれば電圧を下げて、電極間の電流値を安定させるように制御することを定電流駆動と定義する。

[0053] 次に、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの第2実施形態に係る動作について図

3及び図5を参照して説明する。図5は本発明に係る金属イオン溶出ユニットが第2実施形態に係る動作を行う際の各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。なお、図5において図4と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。

- [0054] モード切替信号S5は、LowレベルからHighレベルに切り替わる際にLowレベルから所定期間のMiddleレベルを経由してHighレベルに切り替わる信号である。モード切替信号S5がMiddleレベルのとき、主制御部6は、制御信号S1～S4全てをLowレベルにする。これにより、電極間に印加される電圧の極性が、電圧印加休止期間RTを挟んで反転することになる。
- [0055] 電圧印加休止期間RT中に、電圧印加休止期間RTの前に陽極であった電極から溶出した金属イオンは当該電極から十分遠くまで離れることができるので、当該電極が電圧印加休止期間RTの後に陰極になっても、電圧印加休止期間RTの前に溶出した金属イオンを引き戻すことがない。結果として、金属イオン溶出のために消費した電力を無駄にせず済むうえ、所期の総量の金属イオンが得られないといった事態を避けることができる。また、本発明に係る金属イオン溶出ユニットを機器に組み込んで使用する場合、電圧印加休止期間RTを設けることにより、金属イオンの水中での濃度ばらつきが少なくなる。このため、溶出する金属イオンを抗菌性のある金属イオンとした場合、広い範囲にわたり均一な抗菌効果を及ぼすことが容易となる。
- [0056] 次に、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの第3実施形態に係る動作について図3及び図6を参照して説明する。図6は本発明に係る金属イオン溶出ユニットが第3実施形態に係る動作を行う際の各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。なお、図6において図5と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。
- [0057] 主制御部6は、モード切替信号S5の立ち下がり反転後所定の期間、制御信号S1～S4をLowレベルにするので、第1の電流モードm1の期間から電圧印加休止期間rtを挟んで第2の電流モードm2の期間に移行する。これにより、電極間に印加される電圧の極性切替前に陰極であった電極に析出したスケールなどは、第1の電流モードm1の期間において、電極間に印加される電圧の極性切替後に陽極である電極か

ら金属イオンが溶出することにより当該電極から剥離する。そして、当該電極から剥離したスケールは電圧印加休止期間 t_r 中に当該電極に対向する電極から十分遠くまで離れることができるため、剥離したスケールの再付着が生じにくくなる。これにより、電極表面へのスケールなどの堆積が防止され、金属イオンの安定した溶出が可能となる。

[0058] 次に、本発明に係る金属イオン溶出ユニットの第4実施形態に係る動作について図3及び図7を参照して説明する。図7は本発明に係る金属イオン溶出ユニットが第4実施形態に係る動作を行う際の各部信号及び電極に流れる電流のタイミングチャートである。なお、図7において図5と同一の部分には同一の符号を付し詳細な説明を省略する。

[0059] 第4実施形態が上述した第2実施形態と異なる点は、モード切替信号S5がMiddleレベルのときに制御信号S1及びS2がLowレベルとなり制御信号S3及びS4がHighレベルとなることである。これにより、電圧印加休止期間 RT において、電極102、103間が短絡し、電極102、103間の電位差をゼロにすることができる。電圧印加休止期間 RT 中の電極102、103間の残留電位差は、スケールを微量ながら析出させる要因となるため、電極102、103間を短絡させ電極102、103間の残留電位差を完全にゼロにすることで、電圧印加休止期間 RT におけるスケールの析出を防ぐようにする。

[0060] なお、第3実施形態の電圧印加休止期間 t_r においても、同様に制御信号S1及びS2をLowレベルとし制御信号S3及びS4をHighレベルとして、電極102、103間を短絡させ電極102、103間の残留電位差を完全にゼロにしてもよい。

[0061] 次に、第2の電流モード m_2 の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)の設定について説明する。[発明が解決しようとする課題]の欄で既に説明したように、スケールの付着だけでなく、水質によっても、金属イオンの溶出効率は低下する。

[0062] 溶出効率と水質の一要素である水の硬度との関係を図8に示し、溶出効率と水質の一要素である水の導電率との関係を図9に示し、溶出効率と水質の一要素である水の塩化物イオン濃度との関係を図10に示す。図8～図10において、日本の水道水の標準的な水質(硬度 100mg/L 、導電率 $340\mu\text{S/cm}$ 、塩化物イオン濃度 54

mg/L)を基準とし、この水質の水を用いて金属イオン溶出ユニットの電極に流れる電流値を29mAにした場合の金属イオン溶出効率を100%にして、電極サイズを同一、金属イオン溶出ユニットの電極間に印加する電圧印加パターンを同一にしている。

- [0063] また、図8～図10において、特性線A1～A3は、金属イオン溶出ユニットの電極に流れる電流値を29mAにした場合の特性線であり、特性線A4～A6は、金属イオン溶出ユニットの電極に流れる電流値を94mAにした場合の特性線である。
- [0064] 図8～図10から明らかなように、水の硬度が高くなるほど、水の導電率が高くなるほど、水の塩化物イオン濃度が高くなるほど、それぞれ金属イオン溶出効率は低下していく。また、特性線A1～A3と特性線A4～A6を比較すると明らかなように、金属イオン溶出ユニットの電極に流れる電流値を大きくすることで、金属イオン溶出効率が改善される。
- [0065] したがって、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)を水質に応じて設定することで、常に適切な金属イオン溶出濃度を確保することが可能になる。
- [0066] このため、本発明に係る金属イオン溶出ユニットでは、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)を水質に応じて変化させる。
- [0067] 例えば、導電率が小さい水質の水を用いる場合、図11Aのように第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)を小さくし、導電率が大きい水質の水を用いる場合、図11Cのように第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)を大きくする。
- [0068] また、スケールの析出し易さも水質に応じて変化するので、第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)を水質に応じて設定することで、常に適切なスケール付着防止を行うことが可能になる。このため、第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)を水質に応じて変化させてもよい。
- [0069] スケールの析出し易い水質の水を用いる場合、図11Aや図11Cのように第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)を大きくし、スケール

ルの析出し難い水質の水を用いる場合、図11Bのように第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)を小さくするとよい。

[0070] また、図11A～図11Cにおいては水質に応じて電流値の設定値を変化させたが、水質に応じて第1の電流モードm1の期間と第2の電流モードm2の期間の時間比率を変えるようにしてもよい。

[0071] 例えば、導電率が大きく尚かつスケールの析出し易い水質の水を用いる場合、図12Aのように第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)を大きくし、導電率が大きく尚かつ非常にスケールの析出し易い水質の水を用いる場合、図12Bのように第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)を大きくするとともに、第2の電流モードm2の期間に対する第1の電流モードm1の期間の時間比率を大きくするとよい。

[0072] スケールが析出し易いほど、第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)を大きく設定すればよいが、回路などの制約で電流値に上限がある場合が多い。このように電流値に上限がある場合、上記のように水質に応じて第1の電流モードm1の期間と第2の電流モードm2の期間の時間比率を変えることが有用である。

[0073] 本発明に係る金属イオン溶出ユニットを備えた機器の使用時毎に第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)或いは、第2の電流モードm2の期間に対する第1の電流モードm1の期間の時間比率を予め最適値に設定する態様が考えられる。また、水質に関する情報を入力する手段を本発明に係る金属イオン溶出ユニットを備えた機器に設け、入力した水質に関する情報に応じて第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)或いは、第2の電流モードm2の期間に対する第1の電流モードm1の期間の時間比率を最適値に設定する態様が考えられる。しかしながら、本発明に係る金属イオン溶出ユニット自体が水質を検出す

る水質検出部を備え、検出した水質に応じて第1の電流モードm1の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第1の電流値)、第2の電流モードm2の期間中に電極に流れる電流 I_o の値(第2の電流値)或いは、第2の電流モードm2の期間に対する第1の電流モードm1の期間の時間比率を最適値に設定する態様が望ましい。

[0074] また、電極間に印加する電圧の極性反転周期を変化させることによっても水質に対応することができる。例えば、電流モードm1の期間と電流モードm2の期間の時間比率を保ったまま周期を長くすれば、結果的にイオン溶出効率を高めることが可能である。あるいは、図13A及び図13Bのように、極性反転周期と時間比率の両方を変化させてもよい。図13A及び図13Bは、電流モードm1の期間を水質に応じて変化させ、電流モードm2の期間を変化させていない場合の例である。導電率が大きく尚かつスケールの析出し易い水質の水を用いる場合、図13Aのようにし、導電率が大きく尚かつ非常にスケールの析出し易い水質の水を用いる場合、図13Bのようにする。

[0075] ここで、本発明に係る金属イオン溶出ユニットに設けることが望ましい水質検出部の一例について説明する。図3中の電圧検出回路9及び電流検出回路10によって水質検出部が構成される。電圧検出回路9は、NPN型トランジスタQ1、Q4がONでありNPN型トランジスタQ2、Q3がOFFである期間又はNPN型トランジスタQ1、Q4がOFFでありNPN型トランジスタQ2、Q3がONである期間において、電極102、103間に印加される電圧を検出する。また、電流検出回路10は電極102、103に流れる電流を検出する。

[0076] 所定の条件で電極102、103間に電圧を印加したときの電極102、103間に印加される電圧値と電極102、103に流れる電流値を検出することによって、水質を検知する。例えば、水質の一要素である導電率が低いことは、電極102、103間に印加される電圧が高いのに拘わらず電極102、103に流れる電流が小さくなることで検知することができる。

[0077] 本発明に係る金属イオン溶出ユニットは種々の機器に搭載することが可能である。ここでは、本発明に係る金属イオン溶出ユニットを搭載した洗濯機を例に挙げて説明する。上述した本発明に係る金属イオン溶出ユニットを搭載した洗濯機の縦断面図を図14に示す。なお、図14において図1と同一の部分には同一の符号を付す。

[0078] 図14に示す洗濯機は、上述した本発明に係る金属イオン溶出ユニットが具備するイオン溶出部100を給水経路110に搭載しており、このイオン溶出部100の生成した抗菌性のある金属イオンを洗濯水に添加して用いている。これにより、洗濯物を抗菌性のある金属イオンで抗菌処理して細菌やカビの繁殖を防ぎ、悪臭の発生も防止することができる。

[0079] また、図14に示す洗濯機は、海外の水質の異なる様々な地域に販売しても、水質の影響を受けることなく、最適な金属イオン濃度を維持でき、抗菌効果を発揮することが可能であるとともに、水質の違いによる電極の寿命ばらつきをなくすことが可能である。

[0080] 以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明の範囲はこれに限定されるものではなく、発明の主旨を逸脱しない範囲で種々の変更を加えて実施することができる。

産業上の利用可能性

[0081] 本発明の金属イオン溶出ユニットは、洗濯機をはじめ、水を用いる種々の機器に利用することができる。

請求の範囲

- [1] 複数の電極と、前記電極間に電圧を印加する駆動回路とを備え、前記電極間に電圧を印加することにより陽極である電極から金属イオンを溶出させる金属イオン溶出ユニットにおいて、
- 前記電極間に印加される電圧の極性が周期的に反転するとともに、前記電極間に印加される電圧の極性が反転してから所定の期間が経過する迄の間前記電極に流れる電流の電流値が第1の電流値である第1の電流モードとなり、その後前記電極に流れる電流の電流値が第1の電流値と異なる第2の電流値である第2の電流モードになるように前記駆動回路を制御する制御回路を備えることを特徴とする金属イオン溶出ユニット。
- [2] 第1の電流値が第2の電流値より大きい請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [3] 第1の電流モードの期間が第2の電流モードの期間より短い請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [4] 前記駆動回路が、第1の電流モードの期間において定電圧駆動を行い、第2の電流モードの期間において定電流駆動を行う請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [5] 前記電極間に印加される電圧の極性が電圧印加休止期間を挟んで周期的に反転する請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [6] 第1の電流モードから電圧印加休止期間を挟んで第2の電流モードに移行する請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [7] 前記電圧印加休止期間に前記電極間を短絡する請求項5に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [8] 前記電圧印加休止期間に前記電極間を短絡する請求項6に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [9] 前記電極間に介在する水の水質を検出する水質検出部を備え、前記制御回路が第1の電流値及び第2の電流値の少なくとも一つを前記水質検出部によって検出された水質に応じて変化させる請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [10] 前記電極間に介在する水の水質を検出する水質検出部を備え、前記制御回路が

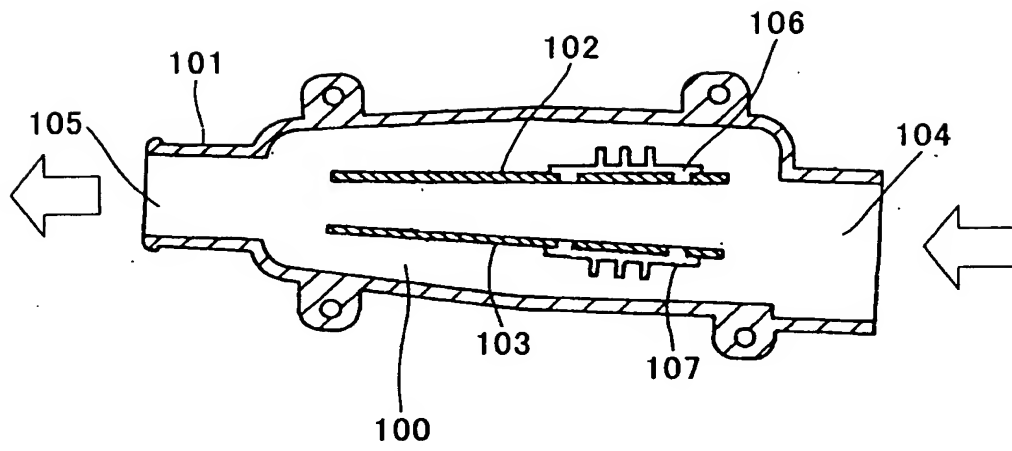
第2の電流モードの期間に対する第1の電流モードの期間の時間比率と、前記電極間に印加される電圧の極性反転周期とのうち、少なくとも一つを前記水質検出部によって検出された水質に応じて変化させる請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。

- [11] 前記水質検出部が、水の硬度、水の導電率、及び水の塩化物イオン濃度の少なくとも一つを検出する請求項9に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [12] 前記水質検出部が、水の硬度、水の導電率、及び水の塩化物イオン濃度の少なくとも一つを検出する請求項10に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [13] 前記水質検出部が、前記電極間の電圧及び前記電極に流れる電流の少なくとも一つを検出することによって水質を検出する請求項9に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [14] 前記水質検出部が、前記電極間の電圧及び前記電極に流れる電流の少なくとも一つを検出することによって水質を検出する請求項10に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [15] 溶出する金属イオンの一部又は全部が、銀イオン、銅イオン、又は亜鉛イオンのいずれかである請求項1に記載の金属イオン溶出ユニット。
- [16] 請求項1～15のいずれかに記載の金属イオン溶出ユニットを備えることを特徴とする機器。
- [17] 機器が洗濯機である請求項16に記載の機器。

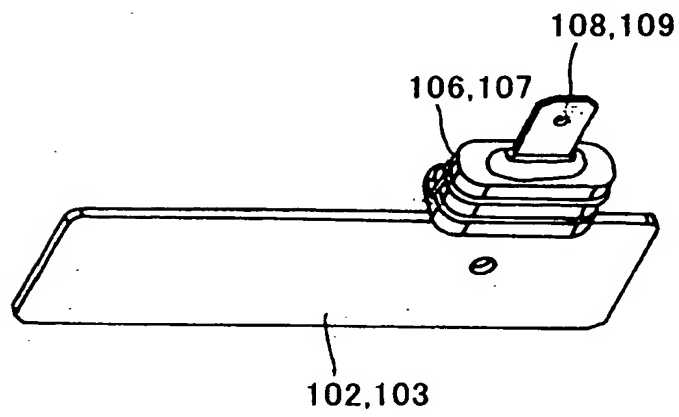
要 約 書

本発明に係る金属イオン溶出ユニットは、複数の電極102、103と、前記電極間に電圧を印加する駆動回路(図示せず)と、前記電極間に印加される電圧の極性が周期的に反転するとともに、前記電極間に印加される電圧の極性が反転してから所定の期間が経過する迄の間前記電極に流れる電流の電流値が第1の電流値である第1の電流モードとなり、その後前記電極に流れる電流の電流値が第1の電流値と異なる第2の電流値である第2の電流モードになるように前記駆動回路を制御する制御回路(図示せず)を備える。このような構成によると、金属イオンの溶出を長期間にわたり効率良く安定して行うことができる。

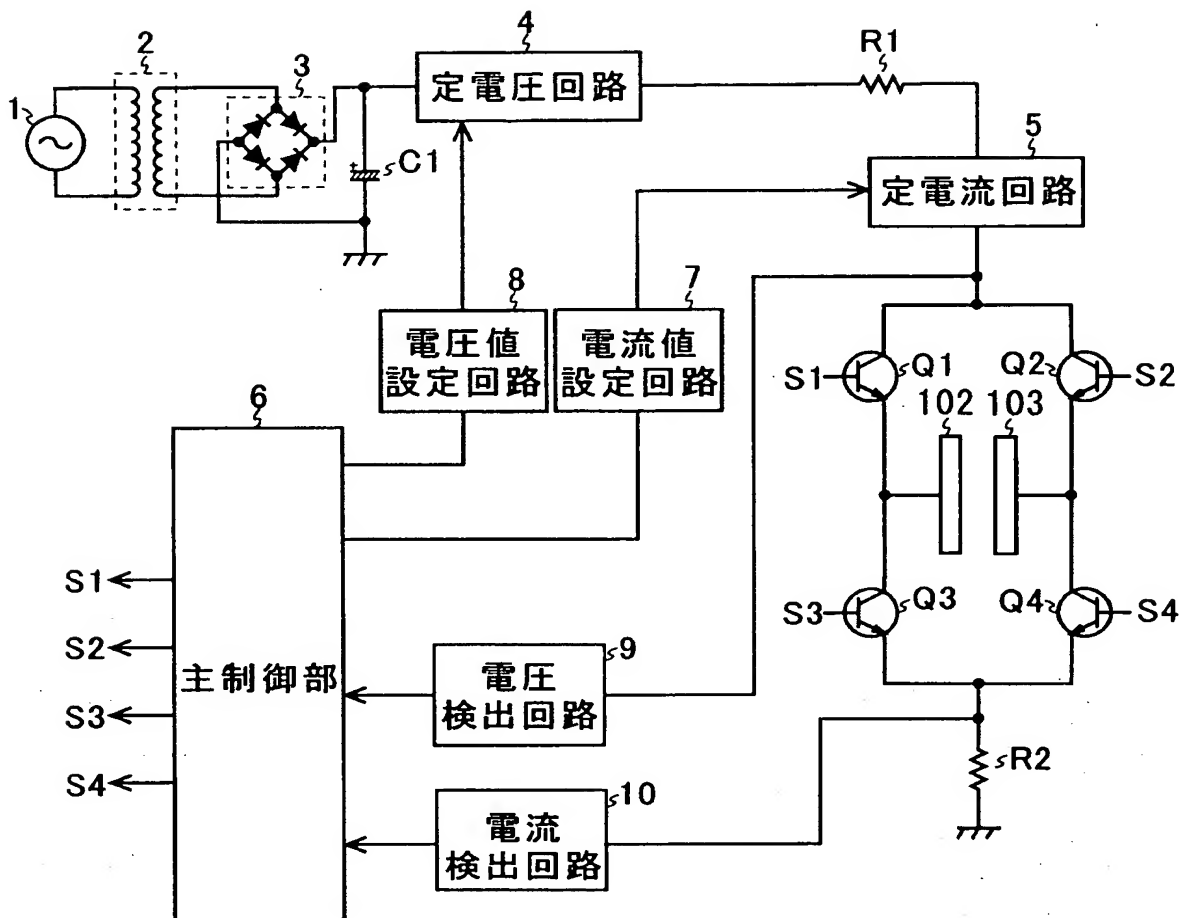
[図1]



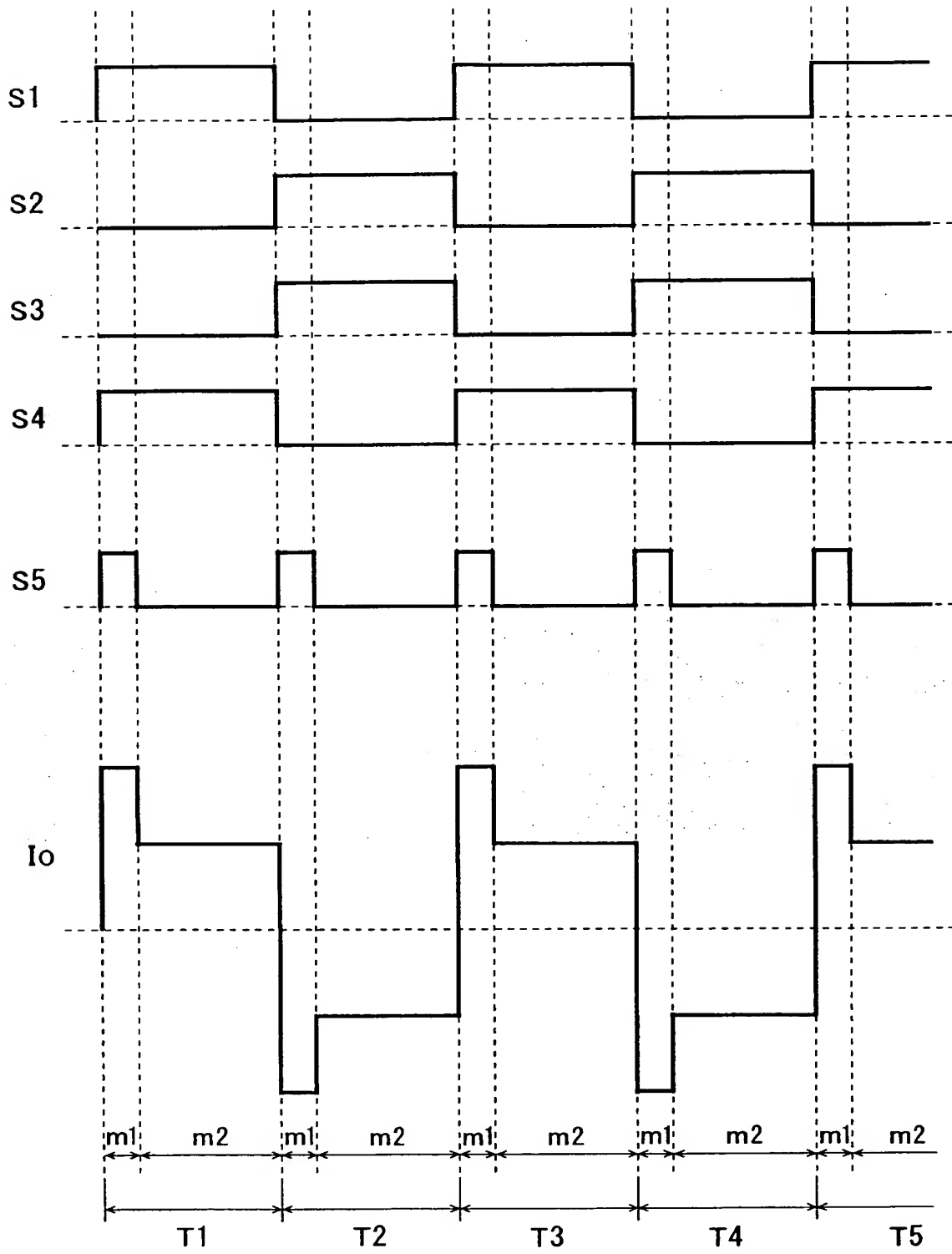
[図2]



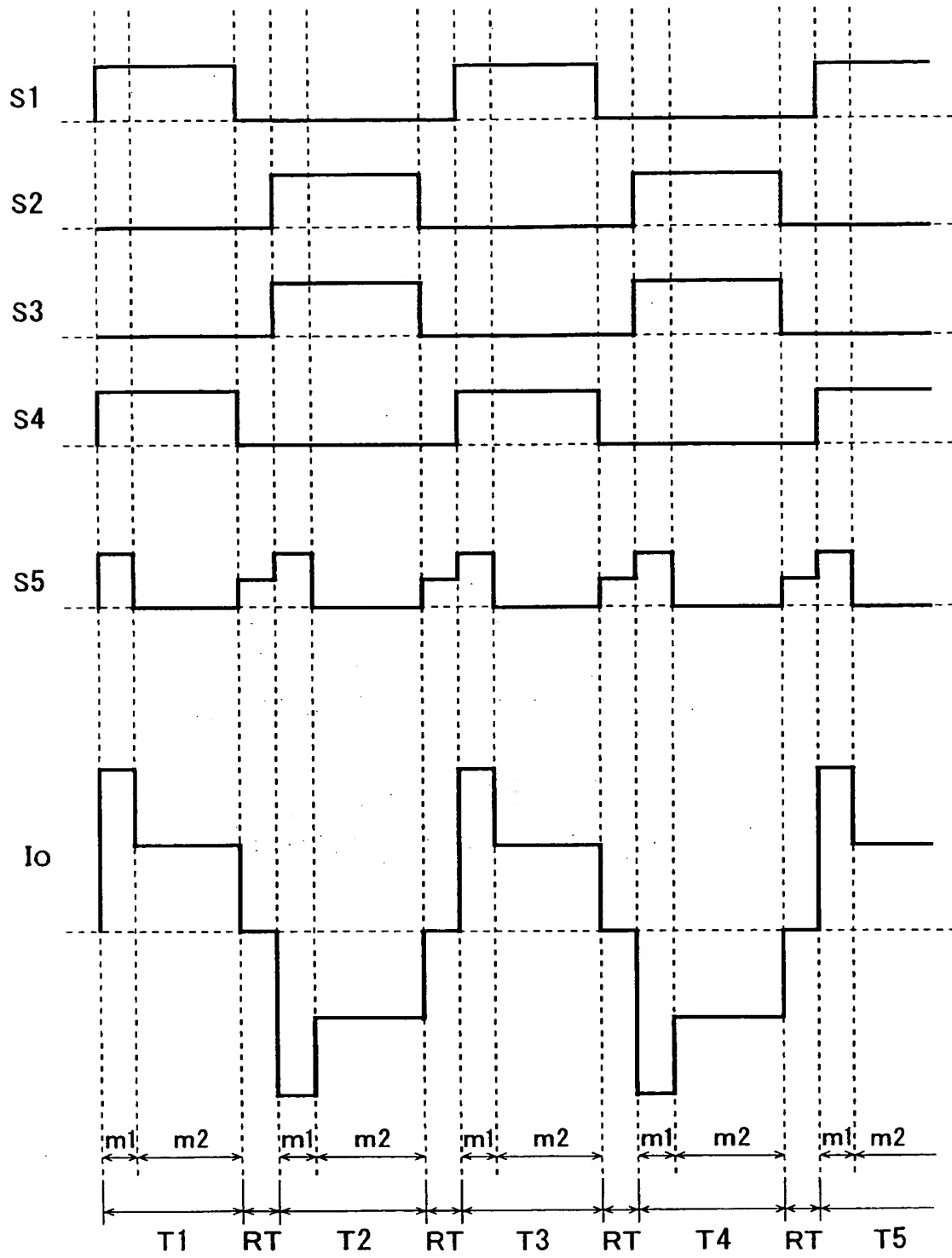
[図3]



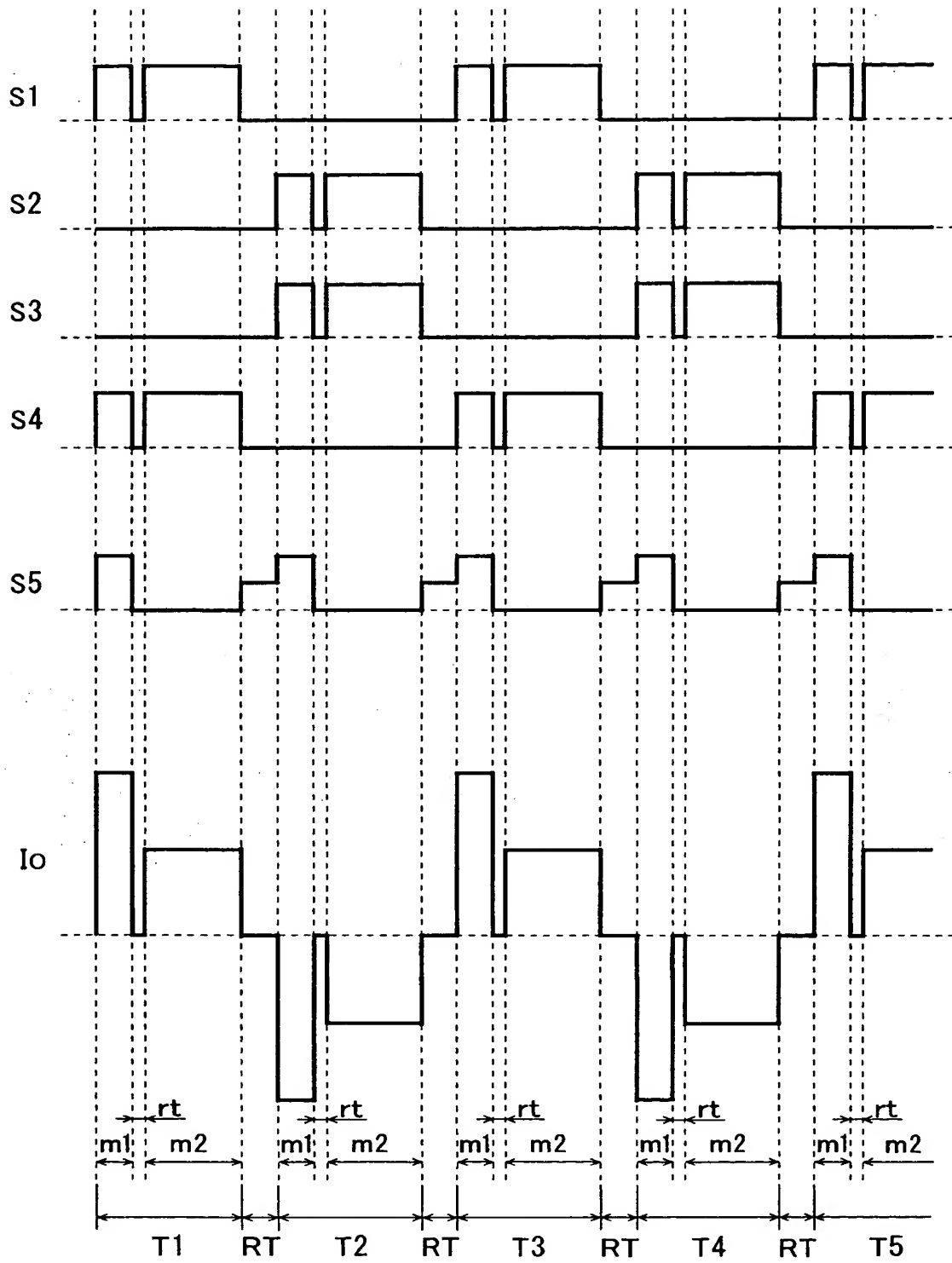
[图4]



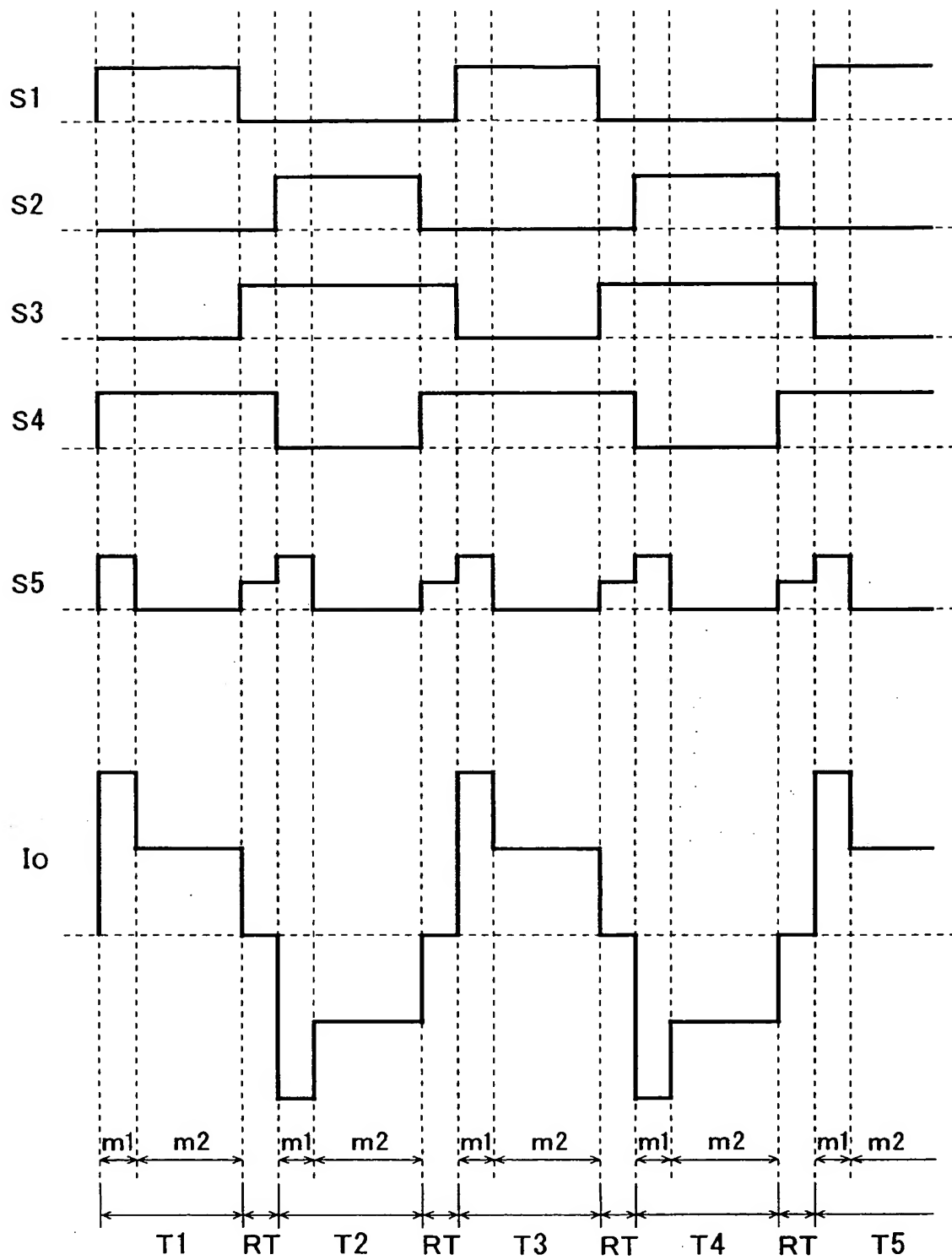
[图5]



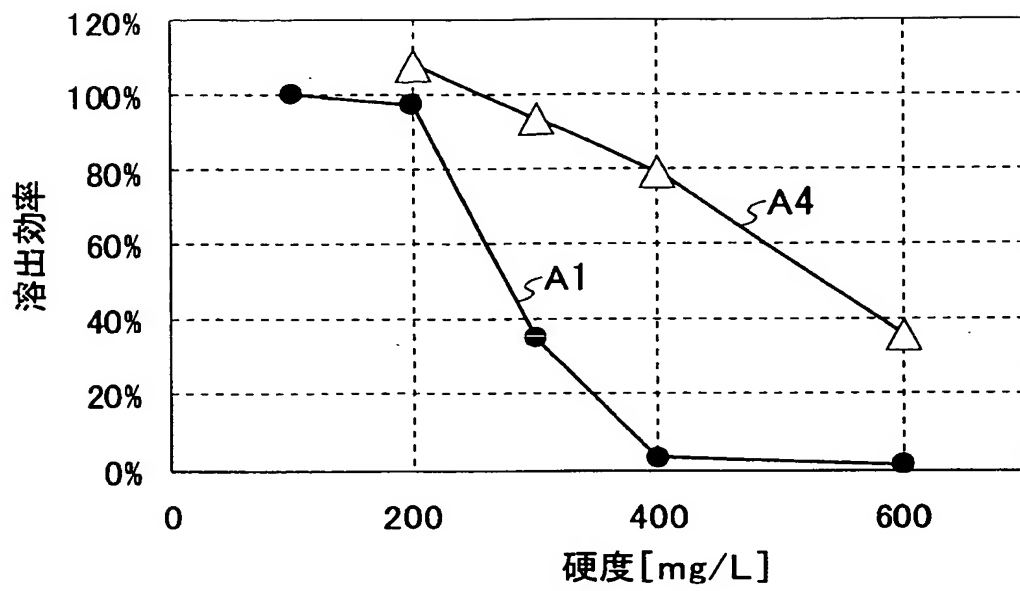
[图6]



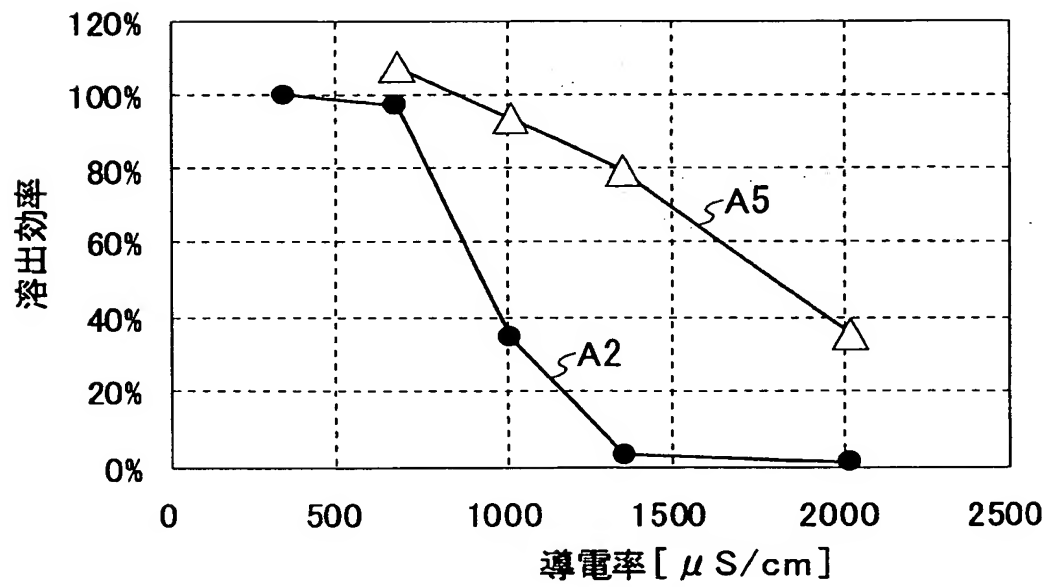
[图7]



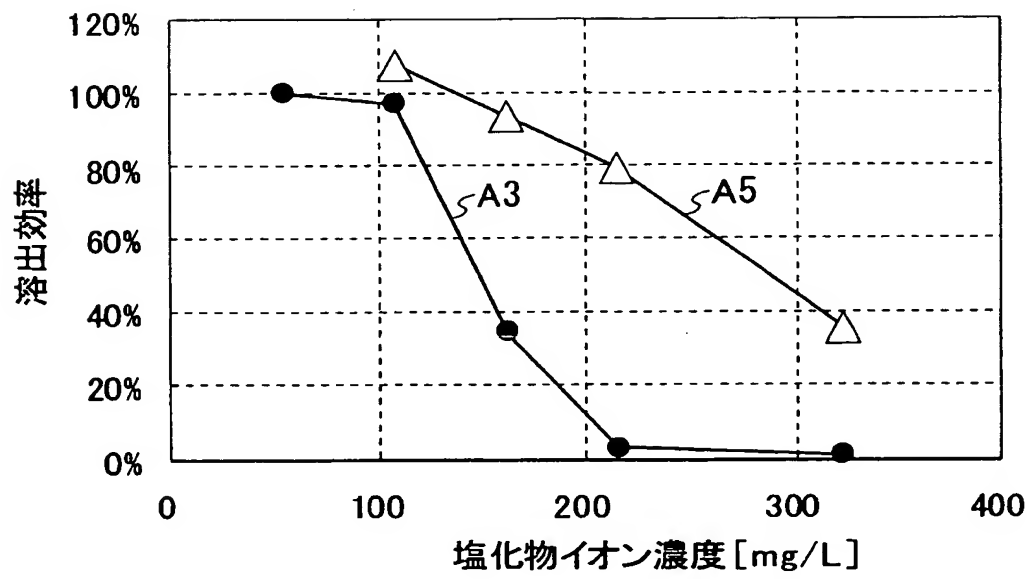
[図8]



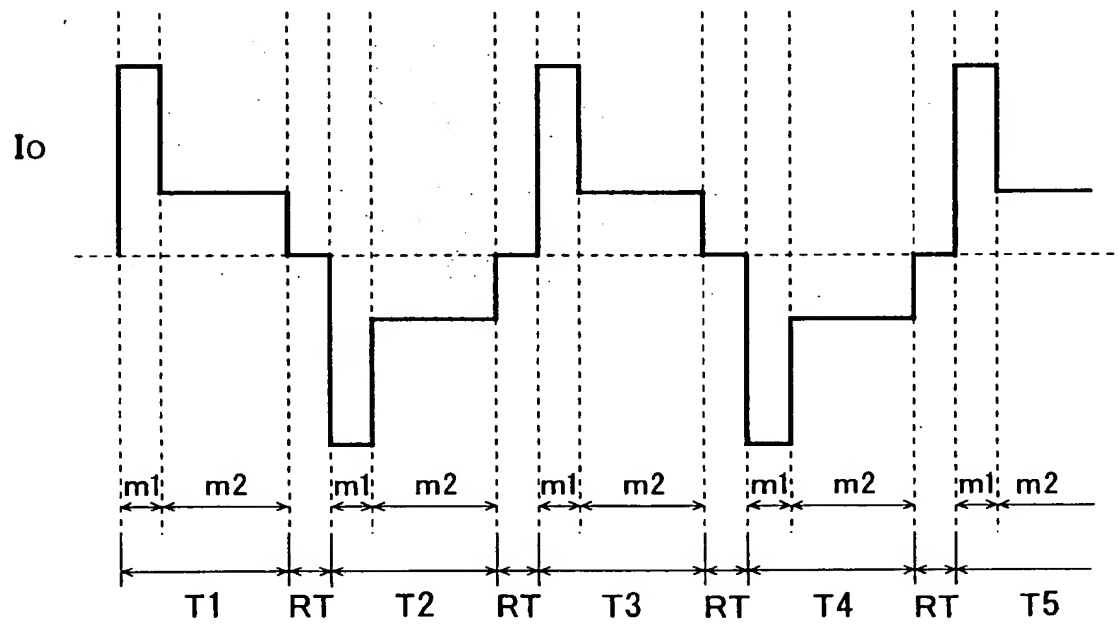
[図9]



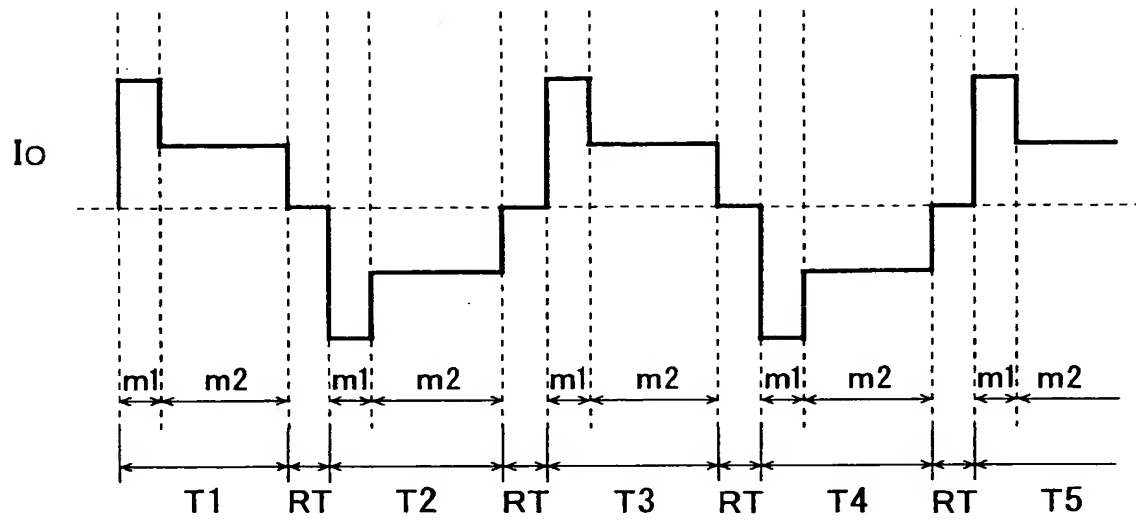
[図10]



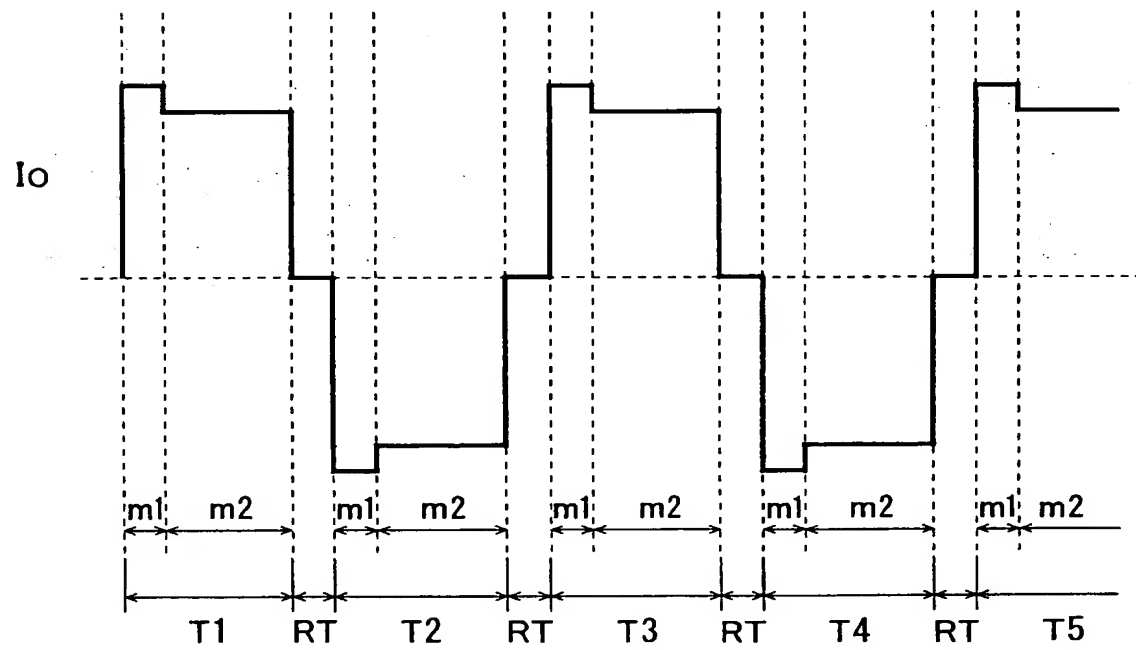
[図11A]



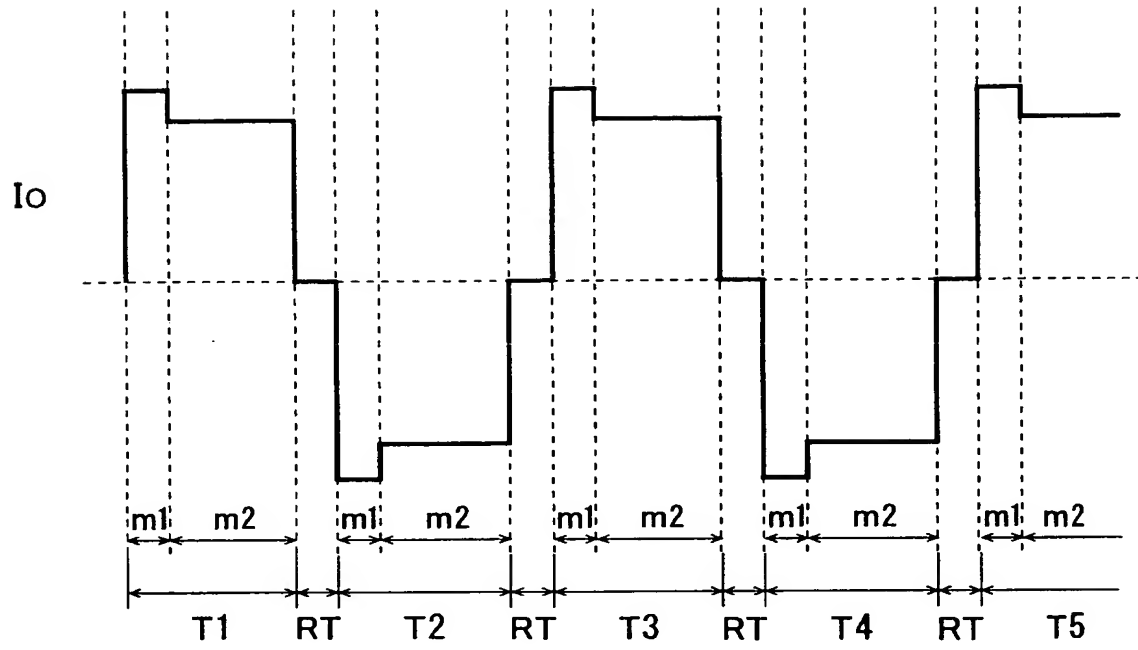
[図11B]



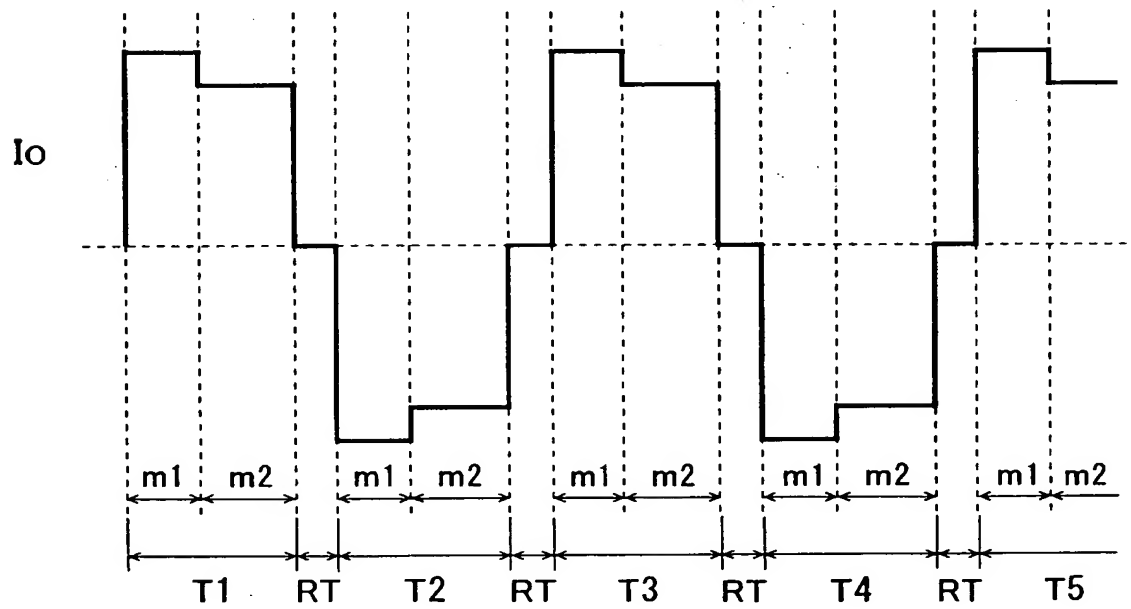
[図11C]



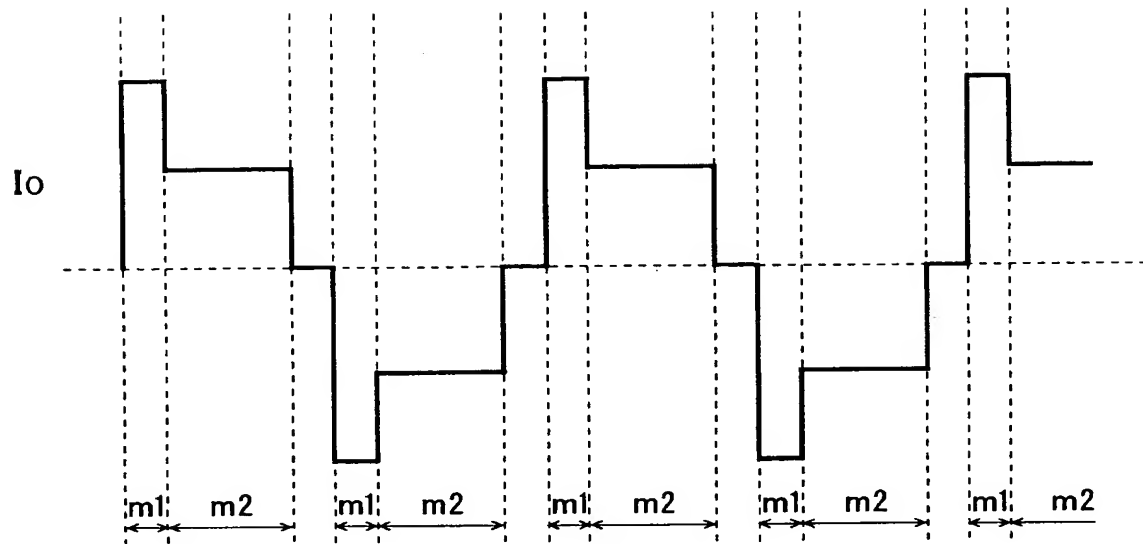
[圖12A]



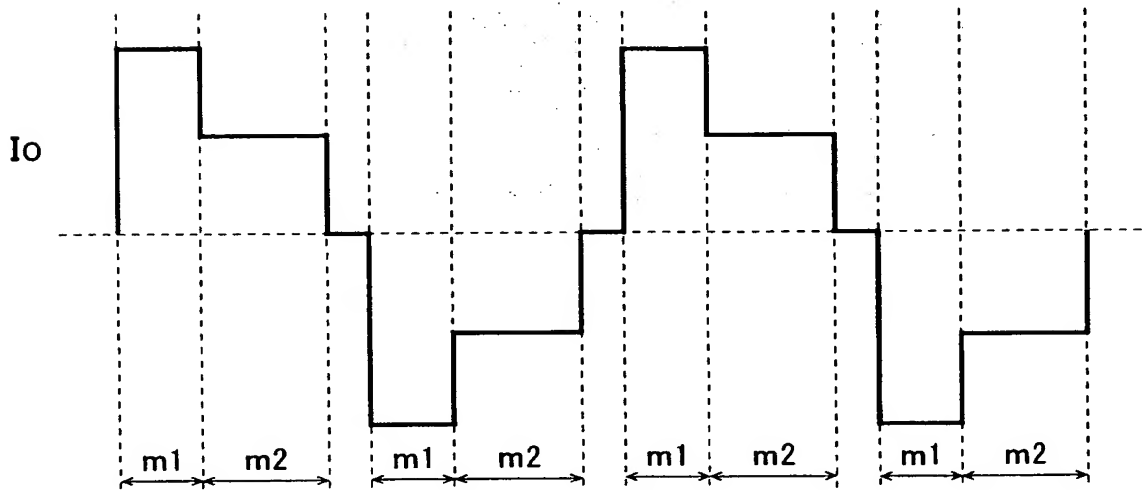
[圖12B]



[図13A]



[図13B]



[図14]

